บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและแรงจูงใจในการทำงานวิจัย

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน โครงสร้างเหล็กได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และยืดหยุ่นเพียงพอที่จะใช้รับแรงลมและแรงแผ่นดินไหว โดยวิศวกรส่วนใหญ่เชื่อว่าโครงสร้างเหล็กจะไม่เสียหายหรือเกิดความเสียหายน้อยมากเมื่อเกิดแผ่นดินไหว พฤติกรรมของโครงสร้างเหล็กจะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของข้อต่อระหว่างเสา-คาน (Beam-to-column connections) และระบบการยึดรั้ง (Bracing) เป็นหลัก โดยพลังงานที่เกิดขึ้นจากแรงแผ่นดินไหว ควรจะถูกสลายไปที่บริเวณข้อต่อและองค์อาคารยึดรั้งเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นที่บริเวณข้อต่อและองค์อาคารยึดรั้งควรจะมีความเหนียว (Ductility) ที่สูงที่สามารถรองรับการเปลี่ยนรูปที่จะเกิดจากแผ่นดินไหวได้โดยไม่มีการแตกร้าว

อย่างไรก็ตาม เมื่อวันที่ 17 มกราคม ค.ศ. 1994 ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาดปานกลางขึ้นที่เมืองเล็กๆ ชื่อ Northridge ใกล้กับเมือง Los Angeles ซึ่งต่อมาถูกเรียกชื่อว่า แผ่นดินไหว Northridge แผ่นดินไหวนี้ได้สร้างความสูญเสียอย่างใหญ่และเป็นบริเวณกว้าง ค่าความสูญเสียประมาณ 30 พันล้านเหรียญ เมื่อเริ่มสำรวจพบว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับโครงสร้างที่มีความยืดหยุ่นต่ำ เช่น อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก อาคารจอดรถที่สร้างจากคอนกรีตอัดแรง ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้พังทลายทั้งอาคาร ส่วนองค์อาคารเหล็กนั้น พบความเสียหายเพียงเล็กน้อยและไม่พบการพังทลายของอาคารเหล็กเลย อย่างไรก็ตามเมื่อทำการสำรวจภายในโดยละเอียดพบว่า มีรอยแตกเกิดขึ้นที่บริเวณข้อต่อคาน-เสาเป็นจำนวนมากกว่า 100 อาคารในบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหว ถึงแม้ว่าอาคารเหล็กเหล่านั้นจะเป็นอาคารใหม่และถูกสร้างภายใต้มาตรฐานการออกแบบที่ใช้อยู่ในขณะนั้น

องค์อาคารเหล็กที่พบในเมือง Northridge นั้น ส่วนใหญ่เป็นโครงข้อแข็งแบบพิเศษ (Special Moment Frame, SMF) ซึ่งจากข้อกำหนดในมาตรฐานการออกแบบ AISC ระบุว่า โครงข้อแข็งเหล็กประเภทนี้ มีความยืดหยุ่นสูงที่สุด ซึ่งจะต้องสามารถรองรับการหมุนได้ไม่น้อยกว่า 0.03 radians เมื่อรับแรงแผ่นดินไหว อย่างไรก็ตามความเสียหายที่ตรวจพบในอาคารกลับเป็นการแตกแบบเปราะที่บริเวณรอยต่อคาน-เสาเป็นส่วนใหญ่ การค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่าโครงข้อแข็งที่ออกแบบตามมาตรฐาน

ก่อนปี 1994 นั้น มีความเหนียวต่ำกว่าที่ควรจะเป็นอย่างมาก เกิดคำถามขึ้นมากมาย รวมถึงคำถามเกี่ยวกับความถูกต้องของมาตรฐานการออกแบบที่ใช้ ความปลอดภัยของอาคารเหล็กที่ยังใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และควรปรับปรุงหรือมีมาตรฐานการออกแบบองค์อาคารเหล่านี้ใหม่หรือไม่ เป็นต้น โดยภาพรวมทำให้ความเชื่อมั่นในการออกแบบและการใช้งานของโครงข้อแข็งแบบพิเศษนี้ลดลงเป็นอย่างมาก หลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว Federal Emergency Management Agency (FEMA) ได้ริเริ่มโครงงานศึกษาวิจัยองค์อาคารเหล็กแบบต่างๆ ที่เกิดหรืออาจเกิดผลกระทบจากแผ่นดินไหว โครงงานวิจัยมีระยะเวลา 4 ปี โดยเป็นการให้ทุนวิจัยแก่หน่วยงาน SAC Joint Venture ซึ่งเป็นองค์กรที่ประกอบด้วย Structural Engineers Association of California (SEAOC), Applied Technology Council (ATC), California Universities for Research in Earthquake Engineering (CUREe) รวมถึงนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่างๆที่เกี่ยวข้องตามมหาวิทยาลัยต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกา แผนงานวิจัยแบ่งเป็น 2 ช่วง โดยช่วงที่หนึ่งได้ดำเนินการเสร็จเมื่อเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1995 และช่วงที่สองเสร็จสิ้นเมื่อเดือนธันวาคม ค.ศ. 2000 วัตถุประสงค์ของการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ดังนี้

1) เพื่อศึกษาหาสาเหตุ และประเมินความเสียหาย ที่จะเกิดขึ้นกับองค์อาคารโครงข้อแข็งเหล็กหลังรับแรงแผ่นดินไหว รวมถึงวิธีการซ่อมแซมองค์อาคารเหล่านั้น
2) เพื่อศึกษาตรวจสอบ และประเมินความเสี่ยง ที่อาจเกิดขึ้นกับองค์อาคารโครงข้อแข็งเหล็ก รวมถึงการซ่อมเสริมอาคารก่อนรับแรงแผ่นดินไหว
3) เพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบ และการก่อสร้างองค์อาคารเหล็กใหม่ ที่จะใช้ในอนาคตเพื่อรับแรงแผ่นดินไหว

ภายหลังจากการวิจัย SAC และ FEMA ได้นำเสนอผลงานวิจัย โดยตีพิมพ์ในเอกสาร FEMA 267 และ FEMA 350 ถึง 355

สำหรับประเทศไทยนั้น ยังไม่เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของโครงสร้างเหล็กที่ออกแบบโดยใช้มาตรฐานการออกแบบของประเทศไทยภายใต้แผ่นดินไหวอย่างจริงจัง และยังไม่มีมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างเหล็กเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวโดยตรง ดังนั้นทำให้ปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างเหล็กเหล่านี้ได้เหมือนกับที่เกิดขึ้นมาแล้วในประเทศอื่นๆ เมื่อเกิดแผ่นดินไหว นอกจากนี้รายละเอียดของการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย ก็แตกต่างไปจากมาตรฐานของประเทศอื่น ๆ ซึ่งรายละเอียดการก่อสร้างนี้ส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณข้อต่อ รอยต่อ และระบบยึดรั้ง ซึ่งส่วนเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดูดซับพลังงานจากแผ่นดินไหว รายละเอียดการ

ก่อสร้างที่ใช้ในประเทศไทยเหล่านี้ ยังมิได้รับการศึกษาอย่างจริงจังถึงศักยภาพและพฤติกรรมเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว การนำมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างเหล็กในต่างประเทศมาใช้โดยตรงอาจเป็นการสิ้นเปลือง และอาจเป็นการไม่ถูกต้องเนื่องจากพฤติกรรมของโครงสร้างเหล็กในประเทศไทยอาจแตกต่างกับพฤติกรรมของโครงสร้างเหล็กในต่างประเทศ ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จะเป็นการรวบรวมวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อโครงสร้างเหล็กที่ก่อสร้างอยู่ในประเทศไทย ซึ่งถูกออกแบบสำหรับรับน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่ง และแรงลมเท่านั้น จากนั้นจะทำการประเมินพฤติกรรมของโครงสร้างนี้ว่าจะมีพฤติกรรมอย่างไรเมื่อต้องถูกแรงแผ่นดินไหวกระทำ มีความสามารถและศักยภาพในการต้านแรงแผ่นดินไหวได้ในระดับใด โดยจะเน้นที่องค์อาคารที่เป็นจุดอ่อนต่อการต้านทานแผ่นดินไหว คือ ข้อต่อคาน-เสา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อรวบรวมข้อมูลวิธีการออกแบบโครงสร้างเหล็กและข้อมูลเกี่ยวรายละเอียดการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย (Typical Detail) โดยเฉพาะบริเวณข้อต่อ
2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของข้อต่อคาน-เสาในโครงสร้างเหล็กที่ก่อสร้างโดยใช้มาตรฐานการก่อสร้างของประเทศไทย ภายใต้แรงแผ่นดินไหว ด้วยโปรแกรมไฟไนอิลิเมนต์
3) เพื่อประเมินข้อต่อคาน-เสา ที่เป็นตัวแทนของมาตรฐานการก่อสร้างในประเทศไทย ด้านความสามารถในการรับกำลัง ลักษณะการพังและข้อบกพร่องที่อาจมี ในการต้านทานแรงและการเปลี่ยนรูปที่อาจจะเกิดขึ้นกับข้อต่อภายใต้แรงแผ่นดินไหว ด้วยโปรแกรมไฟไนอิลิเมนต์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1) รวบรวมข้อมูลโครงสร้างเหล็กที่ก่อสร้างในประเทศไทย โดยมุ่งเน้นไปที่รอยต่อระหว่างคานกับเสา เพื่อเป็นตัวแทนข้อต่อคาน-เสาเหล็กในประเทศไทย
2) พัฒนาแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์ของข้อต่อคาน-เสา เหล็กชนิด Welded Unreinforced Flanges-Bolted Web ทำการวิเคราะห์แบบจำลองนี้เพื่อศึกษาพฤติกรรมของข้อต่อเมื่อรับแรงแผ่นดินไหวเทียบกับผลการทดสอบชิ้นงานขนาดเท่าโครงสร้างจริง

3) ประยุกต์ใช้แบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์ในข้อ 2 โดยทำการปรับเปลี่ยนรายละเอียดบริเวณรอยต่อระหว่างคานกับเสาให้เหมือนกับรายละเอียดที่ก่อสร้างในประเทศไทย
4) นำเสนอพฤติกรรมข้อต่อคาน-เสาเหล็กที่สร้างในประเทศไทยเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว
5) เสนอแนะศักยภาพของข้อต่อคาน-เสาเหล็กในประเทศไทยในการรับแรงแผ่นดินไหว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถพัฒนาแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์ของข้อต่อคาน-เสาเหล็กชนิด Welded Unreinforced Flanges-Bolted Web ที่ให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับผลการทดสอบชิ้นงานจริง
2) สามารถพัฒนาแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์ของข้อต่อคาน-เสาเหล็ก ชนิดที่ก่อสร้างตามการก่อสร้างในประเทศไทย
3) ทำให้ทราบพฤติกรรมและศักยภาพของข้อต่อคาน-เสาเหล็กในประเทศไทยเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว